



TENNACOLA SpA

TENNACOLA S.p.A.

Via Prati, 20 63811
Sant'Elpidio a Mare (FM)
tel. 0734.859067

REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO DI DEPURAZIONE SITO NEL COMUNE DI MOGLIANO (MC)

PROGETTO DEFINITIVO

elaborato E-R.02	titolo elaborato Relazione tecnica di progetto e processo	scale
consegna Maggio 2022		

I progettisti:



Ingegneria



Ambiente



S.r.l.

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.

Via del Consorzio, 39 - 60015 Falconara Marittima (AN)

tel. 071-9162094 - fax. 071-9189580

e_mail: info@ingegneriaambiente.it; pec: ingegneriaambientesrl@pcert.it;

Ing. Enrico Maria BATTISTONI - Direttore Tecnico

collaborazione alla progettazione Ing. Emanuela COLA, Ing. Federica MANARI e Ing. Roberto PICCIAFUOCO

N. REV.	Data	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO	Verificato da	il
AGGIORNAMENTI				

La proprietà del presente elaborato è tutelata a termini di legge. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di copia non autorizzata.

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 1 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	--------------

Sommario

1. PREMESSA	3
2. LO STATO DI FATTO.....	4
3. LO STATO DI PROGETTO	5
3.1. I dati base progetto	5
3.2. I limiti allo scarico	5
3.3. La strategia progettuale e gli interventi di progetto previsti	6
3.4. Il dettaglio degli interventi in linea acque	7
3.4.1 Arrivo dei reflui influenti.....	7
3.4.2 Stazione di sollevamento	7
3.4.3 Impianto combinato: Grigliatura e Dissabbiatura.....	8
3.4.4 Processo biologico	10
3.4.5 Sedimentazione secondaria.....	13
3.4.6 Disinfezione chimica	14
3.4.7 Scarico finale.....	15
3.5. Il dettaglio degli interventi in linea fanghi.....	15
3.5.1 Produzione dei fanghi di supero biologico	15
3.5.2 Pozzo fanghi di ricircolo/supero	16
3.5.3 Vasca di accumulo/Ispessitore.....	17
3.6. Interventi vari	18
3.7. I collegamenti idraulici.....	19
3.8. Calcoli idraulici.....	19
3.8.1 Criteri di dimensionamento.....	20
3.8.2 Calcoli idraulici dello stato di progetto	21
3.8.3 Calcolo delle condotte a pelo libero	23
3.9. Calcoli aeraulici.....	23
3.9.1 Metodologia per il calcolo dell'ossigeno da fornire	23
3.9.2 Metodologia per il calcolo della portata di aria pratica da fornire	24
3.9.3 Calcolo dell'ossigeno da fornire	25
3.9.4 Calcolo della portata di aria pratica da fornire.....	26
3.9.5 Calcoli aeraulici dello stato di progetto	27
3.10. Sistemi di misura.....	28
3.11. Impianto elettrico	29

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 2 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	--------------

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Dati a base progetto – i flussi idraulici	5
Tabella 2 Dati a base progetto – i macroinquinanti	5
Tabella 3 Filiera di processo stato di progetto	6
Tabella 4 Stazione di sollevamento	8
Tabella 5 Grigliatura.....	8
Tabella 6 Dissabbiatura	9
Tabella 7 Principali caratteristiche del processo biologico.....	10
Tabella 8 Tempi di residenza del processo biologico ai diversi regimi idraulici.....	11
Tabella 9 Caratteristiche soffianti a lobi a servizio della linea biologica	11
Tabella 10 Caratteristiche rete aria a servizio della linea biologica.....	12
Tabella 11 Dimensionamento della sedimentazione secondaria.....	13
Tabella 12 Dimensioni del comparto di disinfezione chimica.....	14
Tabella 13 Calcolo della produzione di fanghi di supero alle diverse stagionalità	15
Tabella 14 Calcolo della produzione di fanghi di supero alle diverse stagionalità	16
Tabella 15 Dimensioni del pozzo fanghi	17
Tabella 16 Vasca di accumulo fanghi e ispessimento.....	17
Tabella 17 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea Acque.....	22
Tabella 18 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea Fanghi.....	22
Tabella 19 Dimensionamento tubazioni a pelo libero	23
Tabella 20 Calcolo di ossigeno teorico alla Q _{mn} e alla Q _{ps}	25
Tabella 21 Calcolo della portata di aria pratica alla Q _{mn}	26
Tabella 22 Calcolo della portata di aria pratica alla Q _{ps}	26
Tabella 23 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea Aria.....	28
Tabella 24 Sistemi di misura on-line per il monitoraggio del processo.....	29

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 3 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	--------------

1. PREMESSA

La costruzione dell'impianto in oggetto si inquadra nell'ambito degli interventi relativi alla rete depurativa del Comune di Mogliano, necessari per il raggiungimento della sua conformità nei riguardi della normativa comunitaria.

Detti interventi sono stati approvati con Delibera della giunta Comunale n.88 del 01.07.2021 ed inseriti dall'Ente di Governo dell'ATO n.4 nel Programma degli interventi allegato al metodo tariffario idrico periodo regolativo 2020-2023, costituente aggiornamento al Piano d'Ambito, approvato dall'Assemblea Consortile dell'ATO 4 con delibera n. 2 del 23.04.2021.

Nello specifico l'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un depuratore nella zona nord di Mogliano a servizio di una popolazione di circa 700 A.E. e che sarà dimensionato per un potenzialità di 1000 A.E., necessario in quanto i reflui di tale zona non sono facilmente riconducibili al costruendo collettore del bacino dell'Ete Morto per ragioni connesse all'orografia ed ai dislivelli del territorio.

La costruzione del depuratore è connessa alla realizzazione del prolungamento della rete fognaria esistente nel centro abitato, versante nord, attraverso la costruzione di due collettori recapitanti nell'impianto, previsto in un separato progetto.

Ai fini della realizzazione dell'intervento, nel mese di Aprile 2022 Ingegneria Ambiente s.r.l. è stata incaricata dalla società Tennacola SpA per lo sviluppo delle attività di progettazione esecutiva, di coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, per la redazione di elaborati per lo studio di fattibilità ambientale, ai sensi degli artt. 23 e 101 del D.Lgs. n. 52/2016 e ss.mm.ii., relativamente all'intervento di "Realizzazione nuovo impianto di depurazione sito nel comune di Mogliano (MC)". Tali attività volgono alla progettazione degli interventi di realizzazione di una nuova stazione di sollevamento e di un nuovo manufatto suddiviso in varie operazioni unitarie di trattamento delle acque reflue in ingresso: grigliatura e dissabbiatura, processo biologico di ossidazione totale, sedimentazione secondaria longitudinale, vasca di disinfezione oltre che vasca di accumulo/ispessimento fanghi.

Nella presente Relazione vengono definiti i futuri dati a base progetto e vengono illustrate in dettaglio le soluzioni progettuali sia dal punto di vista progettuale che da quello del processo depurativo.

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 4 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	--------------

2. LO STATO DI FATTO

L'area oggetto di intervento ha coordinate latitudine 43°11'49'' N e longitudine 13°28'33'' E ed è situata in provincia di Macerata, nella zona nord del comune di Mogliano, località Acquevive, in un'area pressoché pianeggiante ad una quota di circa 110 m s.l.m..

Attualmente l'area interessata dall'intervento è destinata ad uso agricolo. Viene identificata al foglio catastale 12 alla particella 23. In adiacenza al terreno in oggetto è presente una strada priva di asfaltatura che permetterà l'accesso.

Per conoscere il quadro completo della localizzazione dell'area oggetto di intervento si rimanda all'elaborato progettuale "Studio di prefattibilità ambientale" ed all'elaborato grafico "Inquadramento territoriale".

3. LO STATO DI PROGETTO

3.1. I dati base progetto

In accordo con la Stazione Appaltante si illustrano nelle successive tabelle i dati a base progetto relativi al nuovo impianto di depurazione di Mogliano, in termini di portate, carichi di massa e concentrazioni influenti.

Tabella 1 Dati a base progetto – i flussi idraulici

AE totali stato di progetto	AE	1000		
Dotazione idrica	Litri/(AE x d)	250		
Coefficiente di sversamento α		0,8		
Portata media nera teorica (Qmn)	m ³ /d	200	m ³ /h	8,33
Coefficiente di infiltrazione in rete		1		
Portata media nera effettiva (Qmn)	m ³ /d	200	m ³ /h	8,33
Coefficiente di punta secca		1,5		
Portata di punta secca effettiva globale (Qps)			m ³ /h	12,5
Coefficiente massimo di afflusso al biologico		2,5		
Portata massima al processo biologico effettiva globale (Qmaxbio)			m ³ /h	20,83
Coefficiente massimo di afflusso alla stazione di sollevamento		2,5		
Portata massima da sollevare (Qmaxsoll.)			m ³ /h	20,83

Di seguito le concentrazioni e i carichi di massa riferiti ai principali macroinquinanti.

Tabella 2 Dati a base progetto – i macroinquinanti

Parametro	COD	Ntot	Ptot	TSS	BOD5
Fattore di carico unitario (g/(AExd))	120	12	1,2	70	60
Concentrazione (mg/L)	600	60	6,0	350	300
Carico di massa (kg/d)	120	12	1,2	70	60

Non si prevede la presenza di scarichi industriali in arrivo dalla rete fognaria.

3.2. I limiti allo scarico

La filiera di progetto è stata progettata nel rispetto di quanto indicato all'art.45 *“Trattamenti appropriati per scarichi di acque reflue urbane con un carico organico di progetto maggiore o uguale a 200 AE ed inferiore a 2.000 AE”* del Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche. Al comma 2 dell'art.45 si specifica infatti che *“Gli impianti di cui al comma 1 che sono al servizio di agglomerati aventi un carico generato di almeno 2.000 AE, devono essere dotati di trattamento secondario o equivalente e devono rispettare i valori limite di*

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 6 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	--------------

emissione della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte terza del d.lgs. 152/2006, anche tenuto conto della nota [5] alla suddetta Tabella". Sebbene l'impianto in progetto abbia una potenzialità (COP) di 1.000 AE, l'agglomerato di Mogliano risulta avere un carico generato superiore a 2.000 AE.

Nell'eventualità di rispettare il limite di 5.000 UFC/100 mL per il parametro "Escherichia Coli", si prevede inoltre la realizzazione di una vasca in predisposizione per il trattamento di disinfezione chimica.

L'effluente depurato dalla filiera verrà scaricato, in direzione NE rispetto al nuovo depuratore, al vicino corpo idrico ricettore, affluente del torrente Cremona, il quale è un immissario del fiume Chienti.

3.3. La strategia progettuale e gli interventi di progetto previsti

Di seguito si illustrano i dimensionamenti delle unità operative oggetto di intervento. Si è scelto di trattare i reflui dell'agglomerato indicato con un impianto a fanghi attivi. L'impianto sarà dotato di un'unica linea di processo, ma ogni principale sezione sarà bypassabile per consentire le operazioni di manutenzione.

La tabella seguente riporta la filiera di processo delle operazioni unitarie previste nello stato di progetto per la linea acque e fanghi.

Tabella 3 Filiera di processo stato di progetto

	Numero linee
LINEA ACQUE	
Stazione di sollevamento con bypass	1
Grigliatura fine (sistema combinato)	1
Dissabbiatura (sistema combinato)	1
Processo biologico	1
Sedimentazione secondaria	1
Disinfezione chimica e relativa stazione di dosaggio	1 (predisposizione)
Pozzo di unione dei flussi	1
LINEA FANGHI	
Tramoggia fanghi	1
Vasca di accumulo dei fanghi da inviare a smaltimento	1
LOCALI	
Locale alloggio soffianti e quadri elettrici	1

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 7 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	--------------

3.4. Il dettaglio degli interventi in linea acque

Di seguito viene illustrata e descritta la filiera di processo dello stato futuro dell'impianto, con le principali dimensioni delle unità operative e le apparecchiature elettromeccaniche proposte.

3.4.1 Arrivo dei reflui influenti

Al momento della redazione del presente progetto è ancora in itinere la progettazione della fognatura affluente all'impianto di depurazione e pertanto non sono compiutamente note le dimensioni, la posizione planimetrica e le quote altimetriche del collettore in arrivo.

La nuova fognatura raggiungerà la stazione di sollevamento interna all'impianto, progettate per essere in grado di sollevare le acque reflue alle successive unità operative della filiera di processo. Il progetto ipotizza la quota di arrivo della fognatura (fondo tubazione) pari a +109,00 m s.l.m.m, ossia a 2,0m di profondità dal piano campagna nel punto di realizzazione del manufatto di sollevamento. Si ritiene plausibile tale scelta in virtù delle quote rilevate della strada adiacente all'area di impianto (circa +112,00), dove è previsto il passaggio della fognatura influente.

3.4.2 Stazione di sollevamento

Il progetto prevede la realizzazione di un manufatto in cemento armato dimensionato per garantire un tempo di detenzione dei reflui nell'unità che minimizzi sia la possibilità di sedimentazione/fermentazione e sia il numero di avviamenti/ora delle elettropompe. Il progetto prevede inoltre:

- la fornitura e posa di n.1+1(R) elettropompa sommergibile ad elevato rendimento (e di pari caratteristiche), munita di valvola di non ritorno e valvola a saracinesca;
- fornitura e posa di un collettore di mandata unico per tutte le elettropompe, per l'invio del liquame alle successive unità operative tubazioni;
- installazione di n.1 misuratore di portata elettromagnetico sulla tubazione di alimentazione del flusso pompato alla successiva unità operativa e di n.1 misuratore di livello radar all'interno della stazione di sollevamento.

La stazione di sollevamento viene dimensionata per garantire il sollevamento alle successive unità operative di una portata massima di 2,5 Q_{mn} pari a 20,8 m³/h ed inoltre per l'invio dei sovrafflussi allo scarico finale in caso di un fermo Enel o di portate maggiori di 2,5 Q_{mn}.

La Tabella seguente riassume le principali dimensioni e le caratteristiche delle elettromeccaniche.

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 8 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	--------------

Tabella 4 Stazione di sollevamento

STAZIONE DI SOLLEVAMENTO		
Larghezza utile	m	1,5
Lunghezza utile	m	1,5
Altezza utile	m	1,3
Superficie utile	m ²	2,25
Volume utile	m ³	2,25
Numero di elettropompe	n.	1+1R
Item		PSG.01.01/02
Portata di ciascuna elettropompa	m ³ /h	20,8
Prevalenza	m	7,0

3.4.3 Impianto combinato: Grigliatura e Dissabbiatura

Il refluo influente pompato, verrà inviato ad una grigliatura fine con spaziatura di 3mm, comprensiva di accessori e composta da un contenitore cassonato al cui interno è alloggiata una filtrococlea filtrante. La coclea di trasporto interna quindi consentirà il trasporto del materiale grigliato verso lo scarico, munito di uno scivolo in carpenteria metallica per il convogliamento al cassone di raccolta.

L'unità verrà dotata degli idonei gradi di libertà per assicurare le operazioni di manutenzione evitando i fermo-impianto. La gestione ordinaria del funzionamento della grigliatura sarà affidata al sistema di automazione dedicato installato sul quadro bordo macchina compreso nella fornitura.

La seguente tabella riassume le principali caratteristiche dell'elettromeccanica dimensionata per la portata massima di 2,5 Q_{mn} pari a 20,8 m³/h.

Tabella 5 Grigliatura

GRIGLIATURA		
Voce	Unità di misura	Valore
Numero di elettromeccaniche	n.	1
Item		CMB.01.01
Tipologia		Filtrococlea in contenitore cassonato
Portata massima da garantire	m ³ /h	20,8
Spaziatura	mm	3

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 9 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	--------------

Il grigliato verrà periodicamente allontanato dall'impianto come rifiuto solido, dopo essere stato raccolto in appositi contenitori. Per la quantità dei grigliati da inviare allo smaltimento è possibile considerare il valore tipico consigliato dalla letteratura tecnica di settore (*Metcalf & Eddy – Ingegneria delle acque reflue Trattamento e riuso*) di circa 60 kg/1000 m³ di refluo trattato. Questo valore è da considerarsi indicativo, in quanto le quantità e le caratteristiche dei grigliati da inviare allo smaltimento possono variare soprattutto in base al sistema di fognatura e alla tipologia di localizzazione geografica del sito.

Per il lavaggio del vaglio di filtrazione si prevede un getto di acqua in pressione tramite l'allaccio alla rete acquedottistica del territorio che verrà predisposto. Si necessita di una pressione minima di 2,5 bar e di una portata minima di 3,5 l/s. Tali valori dovranno essere verificati in rapporto alla macchina effettivamente installata.

La presenza nelle acque di rifiuto, di sabbie ed altre sostanze abrasive o pesanti, può comportare notevoli inconvenienti (intasamenti, accumuli, parziali occlusioni nelle tubazioni, riempimento delle vasche di materiale inerte che ne diminuisce la capacità utile) negli impianti di depurazione, obbligando il personale ad onerosi interventi. Per sabbie si intendono particelle minerali del diametro tra 100 e 65 mesh con velocità di sedimentazione di 0,75 – 1,15 m/min.

Quindi il progetto prevede l'installazione di un sistema compatto combinato (grigliatura + dissabbiatura) all'interno di un contenitore cassonato. I reflui grigliati, quindi, vengono direttamente convogliati nella vasca in acciaio dedicata alla sedimentazione delle sabbie, che sarà composta dalle seguenti dotazioni:

- vasca di contenimento completa di troppopieno, gambe di sostegno e rinforzi;
- coclea per raccolta delle sabbie sul fondo della vasca;
- coclea inclinata per estrazione delle sabbie con scivolo di scarico;

La gestione ordinaria del funzionamento della dissabbiatura sarà affidata al sistema di automazione dedicato installato sul quadro bordo macchina compreso nella fornitura.

Di seguito le principali dimensioni e le relative dotazioni per il trattamento della portata massima di 2.5 Q_{mn} pari a 20,8 m³/h.

Tabella 6 Dissabbiatura

DISSABBIATURA		
Voce	Unità di misura	Valore
Numero di elettromeccaniche	n.	1
Item		CMB.01.01
Tipologia		Vasca di sedimentazione in acciaio
Portata massima da garantire	m ³ /h	20,8

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 10 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Le sabbie verranno periodicamente allontanate dall'impianto come rifiuto solido, dopo essere state raccolte in appositi contenitori. Considerato come range utile quanto consigliato dalla letteratura tecnica di settore (*Metcalfe & Eddy – Ingegneria delle acque reflue Trattamento e riuso*) si può stimare una quantità di sabbia rimossa di circa 20-25 kg/1000 m³ di refluo trattato. Questo valore è da considerarsi indicativo, in quanto le quantità e le caratteristiche delle sabbie da inviare allo smaltimento possono variare soprattutto in base al sistema di fognatura e alla tipologia di localizzazione geografica del sito.

3.4.4 Processo biologico

Lo schema impiantistico adottato, prevede la realizzazione in un manufatto in cemento armato, di un trattamento biologico funzionante secondo il processo tradizionale di ossidazione totale. La fornitura di aria alla fase aerobica verrà garantita con la regolazione della frequenza di funzionamento delle soffianti, tramite inverter. È prevista l'installazione di una sonda per la misura della concentrazione di ossigeno disciolto.

Nella seguente tabella vengono riepilogate le principali dimensioni del processo biologico ed i tempi di ritenzione idraulica alle diverse portate di progetto considerando il volume utile della linea biologica.

Tabella 7 Principali caratteristiche del processo biologico

FLUSSI INFLUENTI AL PROCESSO BIOLOGICO		
Voce	Unità di misura	Valore
Portata media nera (Q _{mn})	m ³ /h	8,3
Portata di punta secca (Q _{ps})	m ³ /h	12,5
Portata massima al biologico (Q _{maxbio})	m ³ /h	20,8
Portata di ricircolo (Q _r)	m ³ /h	8,3
PROCESSO BIOLOGICO		
Linee	n.	1
Battente	m	3,5
Larghezza utile	m	3
Lunghezza utile	m	9
Superficie utile totale	m ²	27
Volume utile totale	m ³	95
CSTR per linea	n	3

Di seguito alcune principali considerazioni:

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 11 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

- ✓ Il dimensionamento è stato condotto a diverse temperature di processo, a 12°C nel periodo invernale e a 20°C nel periodo estivo;
- ✓ È stata considerata una frazione di tempo aerobica pari a 1,0;
- ✓ Il dimensionamento è stato effettuato alla portata media nera di 8,3 m³/h e considerando di trattare una potenzialità pari a quella fissata nei dati a base progetto;
- ✓ Il rapporto di ricircolo viene fissato a R=1;
- ✓ Il rapporto TVS/TSS viene fissato pari a 0,70;

Nella seguente tabella vengono riepilogate le verifiche dimensionali al comparto.

Tabella 8 Tempi di residenza del processo biologico ai diversi regimi idraulici

FUNZIONAMENTO DEL PROCESSO BIOLOGICO		
Voce	Unità di misura	Valore
HRT effettivo alla portata media nera	h	5,7
HRT effettivo alla portata di punta secca	h	4,5
HRT effettivo alla portata massima al biologico	h	3,2
HRT nominale alla portata media nera	h	11,3
HRT nominale alla portata di punta secca	h	7,6
HRT nominale alla portata massima al biologico	h	4,5

Quindi il dimensionamento dell'unità operativa è stato condotto imponendo una volumetria specifica di 95 litri/AE e adeguati tempi di permanenza nominali alle portate da trattare (HRT – Hydraulic Retention Time).

Interventi di progetto a servizio del processo biologico

Per una gestione ottimale del processo biologico, gli interventi di progetto prevedono tutti gli accorgimenti utili e indispensabili a garantire il maggior numero di gradi di libertà possibili e un design modulare per adattarsi a diverse configurazioni di funzionamento del processo e facilitare gli interventi manutentivi. Di seguito il dettaglio:

- Installazione di n.1+1R soffiante a lobi (BLB.01.01/BLB.01.02) munite di inverter (incorporato), per la fornitura dell'aria al processo biologico di ossidazione totale. Le macchine verranno installate in corrispondenza del nuovo locale tecnico. Nella seguente tabella il riepilogo delle caratteristiche:

Tabella 9 Caratteristiche soffianti a lobi a servizio della linea biologica

PROCESSO BIOLOGICO - Soffianti

Voce	Unità di misura	Valore
Numero operativi per linea	N.	1
Numero riserve totali	N.	1
Pressione differenziale di lavoro	mBar	400
Portata individuale della soffiante da garantire	Nm ³ /h	280

- Per la gestione delle utenze e quindi per garantire la continuità della fornitura d'aria al processo biologico in caso di guasto/manutenzione della soffiante principale si prevedono adeguate valvole a farfalla manuali.
- Fornitura e posa di tubazioni aria in acciaio inox AISI304 per la fornitura di aria alla linea biologica per i tratti fuori terra e in acciaio rivestito esternamente per i tratti interrati;
- Fornitura e posa di valvole a farfalla per la gestione delle soffianti in servizio e per le calate dell'aria;
- Per la fornitura di aria al processo biologico, si prevedono diffusori porosi a bolle fini (BRP.01) a membrana in elastomero, posati in numero omogeneo lungo lo sviluppo longitudinale del reattore. Di seguito viene riportata una tabella riepilogativa del numero dei piatti previsti distinti per due tipologie:

Tabella 10 Caratteristiche rete aria a servizio della linea biologica

PROCESSO BIOLOGICO - ARIA DA FORNIRE			
Voce	UdM	Valore	
		TIPO A	TIPO B
Portata d'aria massima da garantire alla linea biologica		281 Nm ³ /h	301 Sm ³ /h
Portata specifica dei diffusori	Nm ³ /h diffusore	3,9	
	Sm ³ /h diffusore		7,1
Portata massima diffusore		6,0	8,0
Rapporto Q progetto/Q massima lavoro	fc	0,65	0,89
SOTE	%	19	19
Numero diffusori	N	72	42
Membrana perforata singolo diffusore	m2 membrana singolo diffusore	0,0353	0,0600
Membrana perforata per vasca	m2 membrana per vasca	2,54	2,55

- Installazione di inverter (INV.01.01/INV.01.02) per la regolazione della frequenza di funzionamento delle soffianti al fine di adattare in tempo reale le performance delle elettromeccaniche alle reali necessità del processo depurativo. Sono previsti inverter incorporati con la fornitura delle rispettive soffianti;

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 13 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

- Installazione all'interno del processo biologico di n.1 sonda per la misura della concentrazione di ossigeno disciolto (DP.OD) del tipo a chemiluminescenza. Si prevede di acquisire anche il segnale analogico della temperatura;
- Installazione di “reggisonda” realizzati con tubolari e profilati metallici per ciascun sistema di misura immerso all'interno delle vasche biologiche, in maniera tale da poter essere facilmente movimentati e consentire un agevole avvicinamento a bordo vasca, quindi una manutenzione della sensoristica senza rischi da parte degli operatori autorizzati;
- Installazione di centralina monocanale a 2 uscite per la sonda DP.OD;
- Si prevede la realizzazione di accessi e relative passerelle per il raggiungimento dell'elettromeccanica e della sensoristica di processo installata nelle linee biologiche.

3.4.5 Sedimentazione secondaria

Il bacino di sedimentazione secondaria è il componente dell'impianto che provvede alla decantazione della miscela di acqua e fiocchi di fango biologico proveniente dalla linea biologica con conseguente separazione dell'acqua chiarificata dai fiocchi e la decantazione del fango attivo da ricircolare.

Quindi le scelte progettuali prevedono la realizzazione di un n.1 bacino rettangolare di sedimentazione secondaria (tipo longitudinale) alimentato dall'effluente dal processo biologico, con relativa tramoggia di accumulo fanghi, in grado di trattare globalmente il 100% dei carichi influenti.

La strategia progettuale ha previsto il dimensionamento della superficie di sedimentazione secondaria nell'ottica di garantire un carico idraulico superficiale (Cis) inferiore a $0,70 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$ in regime di portata massima e un battente allo stramazzo almeno di 2,5 m per favorire la sedimentazione dei fanghi durante i periodi invernali.

L'unità viene dotata di carroponete raschiatore (catenaria o su rotaia/ruota) in maniera tale da convogliare i fanghi sedimentati sul fondo verso la tramoggia di estrazione, dove verranno installate le elettropompe centrifughe sommerse deputate al ricircolo dei fanghi al biologico e all'estrazione del supero biologico alla vasca di accumulo/ispessimento.

La disposizione plano-altimetrica della nuova opera e congiuntamente del relativo pozzo fanghi è stata imposta al fine di ottimizzare il più possibile i percorsi delle tubazioni e gli spazi per la conduzione delle manutenzioni.

Tabella 11 Dimensionamento della sedimentazione secondaria

SEDIMENTAZIONE SECONDARIO		
Voce	Unità di misura	Valore
Numero di bacini	N.	1

Larghezza utile	m	3,0
Lunghezza utile	m	10,0
Battente utile	m	2,5
Superficie utile totale	m ²	30,0
Volume utile totale	m ³	75,0
FUNZIONAMENTO DELLA SEDIMENTAZIONE SECONDARIA		
Portata media nera (Q _{mn})	m ³ /h	8,3
Portata di punta secca (Q _{ps})	m ³ /h	12,5
Portata massima al biologico (Q _{maxbio})	m ³ /h	20,8
Carico idraulico superficiale alla Q _{mn}	m/h	0,28
Carico idraulico superficiale alla Q _{ps}	m/h	0,42
Carico idraulico superficiale alla Q _{maxbio}	m/h	0,69
Tempo di ritenzione alla Q _{mn}	h	9,0
Tempo di ritenzione alla Q _{ps}	h	6,0
Tempo di ritenzione alla Q _{maxbio}	h	3,6
Carico lineare allo stramazzo alla Q _{mn}	m ³ /(mxh)	2,8
Carico lineare allo stramazzo alla Q _{ps}	m ³ /(mxh)	4,2
Carico lineare allo stramazzo alla Q _{maxbio}	m ³ /(mxh)	6,9
Carico superficiale in solidi alla Q _{mn}	kg/(m ² xd)	73
Carico superficiale in solidi alla Q _{ps}	kg/(m ² xd)	92
Carico superficiale in solidi alla Q _{maxbio}	kg/(m ² xd)	128

3.4.6 Disinfezione chimica

Il progetto prevede la realizzazione di un manufatto in cemento armato con ruolo di bacino di disinfezione chimica dedicata esclusivamente all'effluente depurato in uscita dall'unità di sedimentazione secondaria. Non viene prevista l'installazione delle utilities per lo stoccaggio ed il dosaggio di reagente all'interno della vasca di disinfezione, ma si realizza la vasca di contenimento del serbatoio di stoccaggio da 1mc in cemento armato, quale predisposizione per l'alloggio delle forniture impiantistiche necessarie.

Di seguito vengono riportate delle tabelle riassuntive degli interventi previsti e del dimensionamento dell'unità operativa.

Tabella 12 Dimensioni del comparto di disinfezione chimica

DISINFEZIONE CHIMICA		
Voce	Unità di misura	Valore

Numero di linee	N.	1
Battente	m	1,5
Lunghezza	m	3,0
Larghezza	m	1,6
Volume utile per il trattamento di disinfezione (al lordo dei setti)	m ³	7,2
Volume utile per il trattamento di disinfezione (al netto dei setti)	m ³	6,3
Tempo di residenza alla portata media	min	45,4

3.4.7 Scarico finale

L'effluente depurato dalla filiera verrà scaricato, in direzione NE rispetto al nuovo depuratore, al vicino corpo idrico ricettore, affluente del torrente Cremona, il quale è un immissario del fiume Chienti.

La tubazione prevista è in PEAD PN10 (Dest225) e la quota di scorrimento (fondo tubo) in corrispondenza dello scarico è +109.00 m s.l.m.m. La lunghezza è di circa 50m e la pendenza è dell'1%. Pertanto la quota di scorrimento al punto di partenza (pozzetto di scarico) è pari a +109.50 m s.l.m.m.

3.5. Il dettaglio degli interventi in linea fanghi

Di seguito, dopo la stima della produzione dei fanghi di supero biologico, viene illustrato il dimensionamento delle unità operative che andranno a comporre la filiera della linea fanghi al fine di ottenere un prodotto biologicamente stabile, non putrescibile, con minimi sviluppi di odore riducendo i volumi.

3.5.1 Produzione dei fanghi di supero biologico

Nella tabella seguente viene stimata la produzione dei fanghi di supero biologico sia per il periodo estivo che per quello invernale, secondo il metodo del bilancio di massa.

Tabella 13 Calcolo della produzione di fanghi di supero alle diverse stagionalità

Voce	Equazione	UdM	Valore	Valore
SRT	$SRT = XV / (Q_w X_r)$	d	20	15
Temperatura di processo		°C	12	20
X (concentrazione in vasca)		kg/m ³	5,5	4,5
V (volumetria totale processo biologico)		m ³	95	95
X _r (concentrazione sul ricircolo)		kg/m ³	11,0	9,0
Q _w (portata di supero)	$Q_w = XV / (X_r SRT)$	m ³ /d	2,4	3,2

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 16 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Operando ad un'età del fango di 15 giorni, quindi in periodo estivo, si stima una portata da estrarre di fango di supero biologico di circa 3,2 m³/d.

Nella tabella seguente viene stimata la produzione dei fanghi di supero biologico sia per il periodo estivo che per quello invernale, secondo il metodo dell'Y osservato.

Tabella 14 Calcolo della produzione di fanghi di supero alle diverse stagionalità

Voce	Equazione	UdM	Valore	Valore
SRT		d	20	15
Temperatura di processo		°C	12	20
Carico di massa COD influente		kgCOD/d	120	120
X (concentrazione in vasca)		kg/m ³	5,5	4,5
Rapporto X _r /X		-	2,0	2,0
X _r (concentrazione sul ricircolo)		kg/m ³	11,0	9,0
Y (coefficiente resa termodinamico)		KgTVS/KgCOD _r	0,48	0,48
Y _{obs}	Y _{obs} =Y/(1+K _d SRT)	KgTVS/KgCOD _r	0,22	0,25
E% (% rimozione COD influente)		%	95,0	95,0
Carico di massa COD rimosso		kgCOD/d	114	114
K _d		d ⁻¹	0,06	0,06
LTVSw (Produzione fanghi in TVS)		KgTVS/d	24,9	28,8
TVS/TS		-	0,70	0,70
LTS (Produzione fanghi in TS)		KgTS/d	35,5	41,1
TS%		%	1,10	0,90
Q _w (portata di supero)		m ³ /d	3,2	4,6

Va precisato che la produzione di supero massima tra quelle presentate verrà considerata nel dimensionamento delle seguenti unità operative.

Per la taglia ridotta dell'impianto, si è scelto di inviare il fango di supero biologico all'interno di una vasca di accumulo/ispessitore, per poi essere inviato alla disidratazione in altro sito.

3.5.2 Pozzo fanghi di ricircolo/supero

Il sedimentatore di progetto verrà realizzato con una tramoggia di testa in grado di accogliere il fango raccolto e le elettropompe centrifughe sommerse per la gestione dei fanghi di ricircolo/supero biologico. Le portate di ricircolo estratte dal sedimentatore secondario (al fine di garantire un rapporto di ricircolo pari a 1) verranno

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 17 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

convogliate in testa alla linea biologica. Il supero biologico verrà invece sollevato alla vasca di accumulo con tubazione dedicata.

Con la fornitura e posa di valvole saracinesche sulle tubazioni dei fanghi, sarà consentita la massima flessibilità nella gestione delle pompe all'interno del pozzo fanghi.

Di seguito le caratteristiche delle forniture previste a servizio del sedimentatore secondario.

Tabella 15 Dimensioni del pozzo fanghi

POZZO FANGHI		
Voce	Unità di misura	Valore
Larghezza utile	m	3,0
Lunghezza utile	m	1,5
Profondità utile	m	3,0
Elettropompe per ricircolo fanghi ed estrazione fango di supero biologico	n	1+1
Portata di ciascuna elettropompa	m ³ /h	8,3
Prevalenza	m	3,5

3.5.3 Vasca di accumulo/Ispessitore

Per la raccolta dei fanghi di supero biologico estratti dal sedimentatore secondario, si prevede la realizzazione di un manufatto in cemento armato, sul cui fondo verrà posizionata una tubazione di estrazione dei fanghi ispessiti. Nel tratto terminale, lato piazzale, la tubazione verrà munita di attacco rapido tipo “Perrot” (con relativa valvola a saracinesca DN100) per l’aspirazione dei fanghi tramite autobotte, successivamente da inviare a disidratazione localizzata in altro sito.

La vasca sarà dotata di una valvola telescopica DN100 (escursione minima 1,0m) la cui funzione è quella di convogliare le acque chiarificate superficiali, formatesi nel tempo di ispessimento dei fanghi, tramite una rete dedicata alla stazione di sollevamento iniziale, così da essere convogliate al trattamento depurativo. La tubazione prevista è in AISI DN100 nei tratti fuori terra e PEAD (Dest110) nei tratti interrati. La quota di scorrimento (fondo tubo) in corrispondenza dell’ingresso al sollevamento +109.90 m s.l.m.m. La lunghezza totale della rete è di circa 18m e la pendenza è dell’0,5%. Pertanto la quota di scorrimento al punto di partenza (pozzetto adiacenza all'accumulo fanghi) è pari a +110.00 m s.l.m.m.

La seguente tabella riassume le principali dimensioni dell’unità operativa.

Tabella 16 Vasca di accumulo fanghi e ispessimento

VASCA DI ACCUMULO/ISPESSITORE		
Voce	Unità di misura	Valore

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 18 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Numero di linee	N.	1
Battente massimo	m	3,5
Altezza totale (franco 50cm)	m	4,0
Lunghezza	m	6,3
Larghezza	m	2,0
Volume utile	m ³	44
Portata massima influente (supero periodo estivo)	m ³ /d	4,6
Tempo di residenza del fango minimo	d	9,6

3.6. Interventi vari

In questa categoria si comprendono i seguenti interventi:

- Realizzazione di un locale tecnico, ricavato all'interno del manufatto *monoblocco*, da dedicare all'alloggio delle soffianti e all'installazione dei quadri elettrici, che sarà dotato di portone di accesso a doppio battente (per la posa e l'estrazione delle macchine e dei quadri) e di porta a singolo battente di accesso del personale. Completa l'intervento una fascia finestrata per l'illuminazione naturale del locale;
- Realizzazione di una soletta in cemento magro posizionata sotto i contenitori per la raccolta del grigliato e delle sabbie per il posizionamento degli stessi. Verrà realizzata con una pendenza idonea a garantire il convogliamento delle acque di scolo all'interno di pozzetti, muniti di caditoie piane, collegati alla rete dei surnatanti.
- Realizzazione di una nuova recinzione perimetrale di confinamento dell'impianto, di un nuovo cancello a doppio battente per l'accesso dei mezzi e di un nuovo cancelletto di accesso pedonale;
- Realizzazione di una rampa in materiale misto granulometrico stabilizzato che consenta l'accesso all'area in oggetto dalla strada podereale esterna.
- Realizzazione di una viabilità interna di impianto, tramite posa e compattazione di materiale misto granulometrico stabilizzato. Tale superficie garantirà il passaggio dei mezzi attorno alle vasche di progetto, ossia al sollevamento interno ed al manufatto *monoblocco*, facilitando qualsivoglia operazione di gestione ordinaria e manutenzione ordinaria e straordinaria;
- Realizzazione di una fascia arborea/arbustiva perimetrale interna all'impianto, in grado di assicurare una mitigazione dell'impatto visivo che si verrà a creare con la costruzione del nuovo depuratore sul paesaggio circostante, sebbene le opere avranno una limitata altezza fuori terra, dell'ordine di circa 3,0m;
- Realizzazione dell'allaccio alla rete acquedottistica del territorio comunale tramite posa di pozzetti, tubazioni e valvole allo scopo di eseguire i collegamenti alle utenze che necessitano di acqua in pressione per il funzionamento a regola d'arte (es. impianto combinato);

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 19 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

3.7. I collegamenti idraulici

Il dettaglio dei dimensionamenti delle condotte di trasporto dei reflui e dell'aria compressa nello stato di progetto vengono di seguito riportati, rimandando agli elaborati grafici di progetto per la valutazione dei percorsi previsti.

Il progetto prevede la fornitura dei seguenti materiali per le tubazioni di movimentazione dei flussi:

- Acciaio inox AISI 304 L con spessore minimo 3 mm per i tratti di tubazioni fuori terra e immersi nei reflui;
- Polietilene ad alta densità PEAD PN10 per i tratti di tubazioni interrati (tranne linea aria);
- Eventualmente: tubazioni in acciaio bitumato esternamente per le tubazioni interrate per cui è richiesta una maggiore resistenza allo schiacciamento.

3.8. Calcoli idraulici

Le tubazioni di collettamento vengono generalmente dimensionate per garantire un moto del reflu in pressione; per questo le perdite di carico vengono calcolate come somma delle perdite distribuite più quelle concentrate.

L'espressione più generale che lega la perdita di carico J per unità di lunghezza L della condotta di un fluido incomprimibile in moto permanente è quella di Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{\lambda V^2}{2gD}$$

Avendo indicato con D diametro della condotta, v la velocità media della corrente, g l'accelerazione di gravità e λ un coefficiente adimensionale di resistenza funzione, in generale, della scabrezza relativa del tubo e del numero di Reynolds Re :

$$Re = \frac{\rho VD}{\nu}$$

ρ = densità (per l'acqua $\rho = 1$)

ν = viscosità dinamica del fluido.

Per il calcolo di λ si utilizza la formula di Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left[\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71} \right]$$

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 20 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

D = Diametro della condotta

ε = Scabrezza relativa

La perdita di carico viene quindi calcolata con la formula più generale che lega la perdita di carico J per unità di lunghezza L della condotta di un fluido

$$\Delta H_L = JL$$

J = perdita di carico per unità di lunghezza

L = della condotta di un fluido

3.8.1 Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento delle tubazioni viene effettuato utilizzando le seguenti metodologie, di seguito distinte per tubazioni a gravità e tubazioni pompate:

Per le tubazioni a **gravità** valgono i seguenti assunti:

- Il diametro della tubazione viene dimensionato considerando la portata massima [Qmax] che attraversa la condotta;
- Nella valutazione della Qmax su ciascun tratto vengono valutati ulteriormente i fermo impianti dovuti alla manutenzione ordinaria e/o straordinaria delle singole unità operative;
- Le perdite di carico in linea vengono calcolate con la formula di Darcy-Weisbach sopra riportata;
- Le perdite di carico concentrate, dovute a curve a 90° - 45° - raccordi – imbocchi e sbocchi, vengono desunte in relazione all'andamento plano-altimetrico delle singole tubazioni;
- Le perdite di carico globali, ottenute come somma di quelle distribuite e concentrate, vengono confrontate con il dislivello geodetico esistente tra le due unità operative collegate;
- Una volta dimensionato il diametro nominale [DN], viene verificata la velocità in tubazione, la quale deve appartenere al range 0,35 e 1,2 m/s.

Per le tubazioni **pompate** valgono i seguenti assunti:

La valutazione della portata massima [Qmax] in ciascuna tubazione tiene conto delle operazioni di manutenzione ordinaria e/o straordinaria delle singole unità operative;

- Le perdite di carico in linea vengono calcolate con la formula di Darcy-Weisbach sopra riportata;
- Le perdite di carico concentrate, dovute a curve a 90° - 45° - raccordi – imbocchi e sbocchi, vengono desunte in relazione all'andamento plano-altimetrico delle singole tubazioni;
- Le perdite di carico globali vengono sommate al dislivello geodetico da garantire, per verificare/dimensionare la prevalenza della pompa alla portata richiesta.

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 21 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

3.8.2 Calcoli idraulici dello stato di progetto

Per la determinazione del profilo idraulico nello stato di progetto, sono stati ipotizzati i seguenti scenari:

- Regime di portata media nera;
- Regime di portata massima.

Di seguito si riporta il riepilogo delle perdite di carico e delle velocità calcolate per ogni tratto di tubazione per ciascuno degli scenari sopra elencati.

Tabella 17 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea Acque

Nome	Materiale	Fluido	Da	A	Qmax	Qmn	Diam esterno	Diam interno	Lunghezza	Curve 90°	Curve 45°	Valvole	"T"	Velocità max	Perdite di carico max	Velocità	Perdite di carico
					mc/h	mc/h	mm	mm	m	n°	n°	n°	n°	m/s	m	m/s	m
Mandata	AISI304	Acqua	Sollevamento	Collettore A.01	20,8	8,3	-	80	4	0	0	2	1	1,16	0,29	0,50	0,06
A.01	AISI304	Acqua	Sollevamento	Combinato	20,8	8,3	-	80	6	2	0	0	0	1,16	0,23	0,50	0,05
A.02a	AISI304	Acqua	A.01	Biologico	20,8	8,3	-	100	8	3	0	0	1	0,74	0,11	0,29	0,02
A.02b	AISI304	Acqua	Combinato	Biologico	20,8	8,3	-	100	8	3	0	0	1	0,74	0,11	0,29	0,02
A.02c	AISI304	Acqua	Combinato	Biologico	20,8	8,3	-	200	4	3	0	0	0	0,18	0,00	0,07	0,00
A.03	AISI304	Acqua	Sedimentatore	Disinfezione	20,8	8,3	-	100	1	1	0	0	0	0,74	0,05	0,29	0,01
A.04	PEAD	Acqua	Disinfezione	Pozzetto scarico	20,8	8,3	110	97	1	0	0	0	0	0,74	0,05	0,29	0,01
A.05*	PEAD	Acqua	Pozzetto scarico	Corpo idrico	41,7	-	225	197	50	0	0	0	0	0,37	0,02	-	-

(*) si rimanda di seguito al dimensionamento con metodo per condotte "a pelo libero"

Tabella 18 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea Fanghi

Nome	Materiale	Fluido	Da	A	Qmax	Diam esterno	Diam interno	Lunghezza	Curve 90°	Curve 45°	Valvole	"T"	Velocità max	Perdite di carico max
					mc/h	mm	mm	m	n°	n°	n°	n°	m/s	m
Mandata	AISI304	Fanghi	Pozzo fanghi	F.01	8,3	-	50	5	1	0	2	1	1,17	0,39
F.01	AISI304	Fanghi	Pozzo fanghi	Biologico	8,3	-	50	15	5	0	1	0	1,17	0,65
Mandata	AISI304	Fanghi	Pozzo fanghi	F.02	8,3	-	50	5	1	0	2	1	1,17	0,39
F.02	AISI304	Fanghi	Pozzo fanghi	Ispessitore	8,3	-	50	2	1	0	1	0	1,17	0,20

3.8.3 Calcolo delle condotte a pelo libero

La verifica ed il dimensionamento delle tubazioni viene effettuato utilizzando dei parametri adimensionali tabulati, come da Figura seguente, i quali permettono di ricavare, nota la portata, i seguenti valori: l'area, il perimetro, il raggio idraulico, la larghezza dello specchio liquido, la profondità del baricentro, il fattore di portata, la velocità e la portata per una tubazione parzialmente piena.

Grado di riempimento y/D	Area A/D^2	Perimetro bagnato P/D	Raggio idraulico R_H/D	Larghezza specchio liquido b/D	Profondità del baricentro z/D	Fattore di portata $\frac{AR_H^{2/3}}{D^{8/3}}$	Rapporto di velocità v/v_0	Rapporto di portata Q/Q_0
0,01	0,0013	0,2003	0,0066	0,1990	0,0040	0,0000	0,0890	0,0002
0,02	0,0037	0,2838	0,0132	0,2800	0,0080	0,0002	0,1408	0,0007
0,03	0,0069	0,3482	0,0197	0,3412	0,0120	0,0005	0,1839	0,0016
0,04	0,0105	0,4027	0,0262	0,3919	0,0161	0,0009	0,2221	0,0030
0,05	0,0147	0,4510	0,0326	0,4359	0,0201	0,0013	0,2569	0,0048
0,06	0,0192	0,4949	0,0389	0,4750	0,0241	0,0022	0,2892	0,0071
0,07	0,0242	0,5355	0,0451	0,5103	0,0282	0,0031	0,3194	0,0099

La verifica per le tubazioni a pelo libero è stata effettuata per la tubazione di scarico dell'impianto e per il troppo pieno della stazione di sollevamento che si unisce al pozzetto di unione a monte dello scarico.

La seguente tabella riporta il dimensionamento delle suddette condotte a pelo libero.

Tabella 19 Dimensionamento tubazioni a pelo libero

	Q	v	Q	L	i	D	A	A/D ²	y/D	Rh/D	Rh	tau	Y	ΔZ
	mc/h	m/s	l/s	(m)		m	m ²				m	Pa	m	cm
BY.01	20,8	0,75	6	12	0,01	0,1	0,0077	0,7716	0,95	0,2865	0,0287	2,8	0,10	12,0
A.04	41,7	1,00	12	50	0,01	0,2	0,0116	0,2894	0,40	0,2142	0,0428	4,4	0,08	52,0

3.9. Calcoli aeraulici

3.9.1 Metodologia per il calcolo dell'ossigeno da fornire

La metodologia seguita per il calcolo dell'ossigeno da fornire è la seguente:

1. Calcolo dell'ossigeno teorico in condizioni di portata media nera (O_{2t}), secondo l'eq.1;
2. Calcolo dell'ossigeno teorico alla Q_{mn} in fase aerobica (O_{2toer}), secondo l'eq.2;
3. Calcolo dell'ossigeno teorico in condizioni di punta secca (O_{2tps}) secondo l'eq.3;
4. Calcolo dell'ossigeno teorico in punta secca da fornire in fase aerobica (O_{2tpsaer}) secondo l'eq. 4

$$O_{2t} = (LBOD * E * 0,5 + K_d * X * V * TS / TS + 4,57 * L_{nitrif} - 2,7 * L_{den \ min})$$

Eq. 1

dove

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 24 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

LBOD	Carico orario in BOD	kg/h
E	Rimozione del BOD	%
K _d	Costante di decadimento endogeno	h ⁻¹
X TVS/TS	Concentrazione dei solidi sospesi volatili	kg/m ³
V	volume del processo biologico	m ³
LN _{nitrif}	Carico di azoto da nitrificare	
	L _{ntot} -LN-Noxin-(XV/SRT*N%TS)	kg/h
LN _{den min}	Minimo Carico di azoto denitrificato	kg/h
	LN _{nitrif} *percentuale di denitrificazione%	

$$O2_{toaer} = O2t * 1/f_a \quad Eq. 2$$

dove

f_a frazione aerobica adimensionale

$$O2_{tps} = (LBOD * E * 0,5 * f_p + K_d * X V TVS/TS + 4,57 * L_{nnitrif} - 2,7 * L_{den min} * f_p) \quad Eq. 3$$

dove

f_p fattore di punta

$$O2_{tpsaer} = O2_{tps} * 1/f_{aps} \quad Eq. 4$$

dove

f_{aps} frazione di tempo in fase aerobica in punta secca

3.9.2 Metodologia per il calcolo della portata di aria pratica da fornire

Ottenuti i risultati di cui sopra, dai valori di ossigeno alla portata media ed alla punta secca viene calcolata la quantità di aria da fornire nelle diverse condizioni operative del processo, per effettuare diverse comparazioni i valori vengono calcolati alla temperatura minima ed alla massima di processo per ogni stagionalità.

La metodologia per il calcolo dell'aria da fornire è la seguente:

1. Calcolo della portata di aria pratica alla Q_{mn} ed alla minima temperatura (Q_{airmn}) secondo l'eq. 5;
2. Calcolo della portata di aria pratica alla Q_{mn} ed alla max temperatura (Q_{airmax}) secondo l'eq. 6;
3. Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca alla minima temperatura (Q_{airps}) secondo l'eq.7;
4. Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed alla max temperatura (Q_{airpsmax}) secondo l'eq. 7.

$$Q_{airmn} = O2_{taer} / [SOTE * 0,28 * a] (Cs20 / (bC_w - C) [1/1,024^{(T-20)}]) \quad Eq. 5$$

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 25 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

dove

SOTE	Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommersa di progetto	%
a	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	
Cw	Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e cond di esercizio	mg/l
b	fattore di correzione della conc. di saturazione per salinità e tensione superficiale	
Cs20	Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	mg/l
C	Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	mg/l
0,28	Quantità di ossigeno per unità di aria	kgO2/m ³
T	Temperatura minima	°C

$$Q_{airmnmax} = O_{2taer} / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1 / 1,024^{(T-20)}]) \quad Eq. 6$$

Dove T	Temperatura massima	°C
--------	---------------------	----

$$Q_{airps} = O_{2tpsaer} / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1 / 1,024^{(T-20)}]) \quad Eq.7$$

$$Q_{airpsmax} = O_{2tp} / [SOTE * 0,28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1 / 1,024^{(T-20)}]) \quad Eq.8$$

Ovviamente la portata di aria da fornire corrisponde a quella maggiore tra quelle calcolate dalle eqq. 5-8.

3.9.3 Calcolo dell'ossigeno da fornire

La seguente tabella riporta il calcolo dell'ossigeno da fornire per il processo biologico del depuratore di Mogliano, dimensionato secondo il processo tradizionale di ossidazione totale.

Tabella 20 Calcolo di ossigeno teorico alla Qmn e alla Qps

Calcolo dell'ossigeno teorico alla Qmn in fase aerobica	$O_{2t} = (LBOD * E * 0,5 + K_d * X_V) / (TVS/TS + 4,57 * L_{nitrif} - 2,7 * L_{den} \text{ min})$	Kg/h	5,1
Carico orario in BOD5	LBOD5r	Kg/h	2,5
	LBOD	Kg/h	3,7
Rimozione del BOD	E		0,98
Kd	Costante di decadimento endogeno	KgO2/KgTVS/h	0,004
X	MLVSS	Kg/m3	3,9
V		m3	95
Frazione aerobica			1,0
Calcolo dell'ossigeno teorico alla Qps in fase aerobica	$O_{2tps} = (LBOD * E * 0,5 * f_p + K_d * X_V) / (TVS/TS + (4,57 * L_{nitrif} - 2,7 * L_{den} \text{ min}) * f_p)$	Kg/h	6,3
Fattore di punta	f _p		1,50
Frazione di tempo in fase aerobica in punta secca	f _{aps}		1,12

Di seguito le principali considerazioni:

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 26 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

- Viene assunta una concentrazione media di biomassa in vasca MLSS di $5,5 \text{ Kg/m}^3$, quindi, ammettendo un rapporto TVS/TS di 0,70, la concentrazione degli MLVSS si attesta a $3,9 \text{ Kg/m}^3$;
- Il volume di reazione biologica è dato dal volume utile paria circa 95 m^3 ;
- Viene considerata una frazione di tempo in fase aerobica di 1,0;
- La quantità di ossigeno teorico da fornire al sistema si attesta in regime di portata media e di punta secca rispettivamente a $5,1 \text{ KgO}_2/\text{h}$ e $6,3 \text{ KgO}_2/\text{h}$.

3.9.4 Calcolo della portata di aria pratica da fornire

Si riportano di seguito i calcoli della portata di aria da fornire nelle diverse ipotesi di lavoro.

Tabella 21 Calcolo della portata di aria pratica alla Qmn

Calcolo della portata di aria pratica alla Qmn ed alla min temperatura			
Qairmn (TIPO A)		Nm ³ /h	223
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE (TIPO A)	%	19,0
Qairmn (TIPO B)		Sm ³ /h	240
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE (TIPO B)	%	19,0
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla pressione e condizioni di esercizio	Cw	mg/l	10,6
Beta	Fattore di correzione della salinità e tensione superficiale	b	0,98
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	Cs20	mg/l	8,90
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	C	mg/l	2
Temperatura		°C	12
Calcolo della portata di aria pratica alla Qmn ed alla max temperatura			
Qairmnmax (TIPO A)		Nm ³ /h	229
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE (TIPO A)	%	19,0
Qairmnmax (TIPO B)		Sm ³ /h	245
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE (TIPO B)	%	19,0
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla pressione e condizioni di esercizio	Cw	mg/l	8,90
Beta	Fattore di correzione della salinità e tensione superficiale	b	0,98
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	Cs20	mg/l	8,90
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	C	mg/l	2
Temperatura		°C	20

Tabella 22 Calcolo della portata di aria pratica alla Qps

Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed alla min temperatura			
Qairps (TIPO A)		Nm ³ /h	274
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE (TIPO A)	%	19,0
Qairps (TIPO B)		Sm ³ /h	294

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 27 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE (TIPO B)	%	19,0
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla pressione e condizioni di esercizio	Cw	mg/l	10,6
Beta	Fattore di correzione della salinità e tensione superficiale	<i>b</i>	0,98
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	Cs20	mg/l	8,90
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	C	mg/l	2
Temperatura		°C	12
Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed alla max temperatura			
Qairpsmax (TIPOA)		Nm3/h	281
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE (TIPO A)	%	19,0
Qairpsmax (TIPO B)		Sm3/h	301
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE (TIPO B)	%	19,0
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e condizioni di esercizio	Cw	mg/l	8,90
Beta	Fattore di correzione della salinità e tensione superficiale	<i>b</i>	0,98
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	Cs20	mg/l	8,90
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	C	mg/l	2
Temperatura		°C	20

3.9.5 Calcoli aerulici dello stato di progetto

La rete di distribuzione dell'aria viene dimensionata calcolando le perdite di carico globali ottenute come somma delle perdite concentrate e distribuite. Il contributo delle perdite concentrate derivano dal battente idraulico e dall'utilizzo di raccordi lungo la tubazione quali curve, innesti a T, imbocchi e sbocchi. Le perdite distribuite vengono calcolate assumendo, come dati a base progetto, la portata transitata nel tubo, la lunghezza della tubazione ed ipotizzando di mantenere una velocità costante di circa 8-15 m/sec.

Le tubazioni aria destinate a fornire aria al processo biologico sono progettate in partenza dal locale soffianti e in arrivo alla rete di diffusori porosi nella vasca biologica tramite un'unica calata. L'aria viene fornita al processo biologico mediante n.2 soffianti (in configurazione 1 attiva e 1 di riserva) in connessione tra di loro per garantire flessibilità alla gestione del processo.

Nella successiva tabella vengono illustrate le portate transitate su ciascun tratto di tubazione aria, per quanto riguarda le tubazioni di processo (fornitura di ossigeno) del processo biologico.

Tabella 23 Riepilogo tubazioni di progetto e perdite di carico – Linea Aria

Item		Temperatura aria	Aria pratica	Lunghezza tubazione	Diametro	Velocità	Perdite di carico	
		°C	Nm ³ /h	m	mm	m/sec	$\frac{mm}{H_2O}$	mbar
Air.01	Collettore unico fino a rete aria	60	280	15	100	9,9	97,6	9,58
	Totale perdita di carico in linea							9,58
	Perdite di carico concentrate							50,00
	Totale							59,58
	Pressione su piatti							320,00
	Totale							380

Le principali considerazioni risultano le seguenti:

1. La configurazione plano-altimetrica del piping aria viene illustrata nelle tavole architettoniche;
2. Tutti i tratti di tubazioni della linea aria fuori terra saranno in AISI 304;
3. Sono state considerate le perdite di carico concentrate come di seguito:
 - a. 50 mBar per i diffusori a piattello a bolle fini.

3.10. Sistemi di misura

Come già elencato nei precedenti paragrafi, il progetto prevede l'installazione di una serie di sensori di misura online (sistemi di misura di elevato pregio, robusti e di ultima generazione) nelle zone più delicate della filiera di trattamento, principalmente per garantire i seguenti vantaggi:

- Facilitare gli interventi di manutenzione/gestione dell'impianto;
- Ottenere informazioni utili sulle attività depurative in corso;
- Incrementare l'affidabilità e la sicurezza dell'impianto durante l'esercizio;
- Rilevamento immediato di guasti o malfunzionamenti delle unità operative (elevato tenore dei fanghi, produzione di schiume, bulking, tracimazioni, ecc) riducendo al minimo il tempo di intervento e migliorare il comfort di lavoro.

Le misurazioni non verranno soltanto archiviate ma anche inviate al PLC/SCADA per eseguire elaborazioni utili alle fasi di gestione dell'impianto. Quindi tutti i segnali analogici previsti nei principali punti della filiera di trattamento consentiranno infatti non solo di monitorare in continuo in tempo reale i diversi parametri di processo ma anche contribuire al controllo automatico del processo con le diverse logiche previste. Il seguente elenco riassume i sistemi di misura on-line previsti in progetto, per il monitoraggio dei comparti del processo depurativo e per la gestione automatica di alcune elettromeccaniche tramite telecontrollo o nel caso di implementazione con logiche avanzate complesse.

Tabella 24 Sistemi di misura on-line per il monitoraggio del processo

<u>ITEM</u>	<u>Descrizione</u>
DLU.01.01	Misuratore di livello radar nella stazione di sollevamento
DQI.01.01	Misuratore elettromagnetico di portata sulla tubazione di mandata del sollevamento
DP.OD.01.01	Misuratore di ossigeno disciolto a chemiluminescenza - Linea biologica
DLU.02.01	Misuratore di livello radar nella vasca di accumulo fanghi

3.11. Impianto elettrico

La costruzione di un impianto ex-novo prevede la completa progettazione, fornitura e posa di tutta la quadristica sia di potenza che di controllo macchine. La nuova fornitura di corrente elettrica richiede l'installazione di un quadretto stradale all'inizio della strada di accesso al depuratore. Sarà infine necessaria nuova illuminazione esterna, interna e la nuova rete di terra.

L'obiettivo della progettazione è dunque quello di realizzare un nuovo quadro elettrico di potenza e controllo macchine (Power Center e MCC) al quale saranno collegate tutte le macchine, le nuove soffianti per la biologia (dotate di inverter a bordo) ovvero tutte le nuove utenze elettromeccaniche per la sedimentazione secondaria dei fanghi. Infine sarà installato un nuovo quadro di automazione dotato, tra le altre cose, di PLC e dispositivo per le telecomunicazioni. Questo quadro di automazione permetterà il collegamento da remoto con la sala di telecontrollo aziendale.

In particolare gli interventi oggetto del presente appalto interesseranno l'impianto elettrico come segue:

- Fornitura e posa in opera di due nuovi quadretti stradali sovrapposti per alloggiare l'interruttore magnetotermico differenziale generale dell'impianto e il contatore dell'ente fornitore di energia elettrica. Tali quadretti saranno montati uno sopra l'altro su di una nuova platea in calcestruzzo appositamente realizzata in prossimità del punto di consegna della linea elettrica (ingresso impianto);
- Fornitura e posa in opera di un nuovo quadro di potenza e controllo denominato QGD (QUADRO Impianto) strutturato con barrature da 160A. Il nuovo quadro di potenza alimenterà il quadro di automazione (denominato Q.Automazione) e tutte le utenze elettromeccaniche previste a progetto;
- Fornitura e posa in opera di un nuovo quadro di automazione (Q.Automazione) da 16A dotato di un gruppo UPS da 1000VA installato all'esterno del quadro;
- Fornitura e posa in opera di un nuovo quadro di rifasamento da 7,5 kvar;
- Fornitura e posa in opera di sezionatore di potenza rotativo da 20A per ogni macchina installata (ad esclusione delle due soffianti).
- Fornitura e posa in opera di tre nuovi pali luce per l'illuminazione esterna. Il palo posto vicino il cancello d'ingresso al depuratore avrà accensione automatica con crepuscolare;

Ingegneria Ambiente S.r.l.	Rev. 00	Data: Maggio 2022	Elaborato E-R.02 – Relazione tecnica di progetto e di processo	Pag. 30 di 30
----------------------------	---------	-------------------	--	---------------

- Fornitura e posa di nuova illuminazione interna per il locale tecnico con n.2 punti di accensione;
- Fornitura e posa di un gruppo prese FM (3P+N++T e 1P+N+T) da installare dentro il locale tecnico;
- Fornitura e posa di nuovo estrattore d'aria per il ricambio d'aria interna e controllo della temperatura nel locale tecnico. Questo dispositivo dovrà essere dotato di termostato per lo start/stop in funzione della temperatura di esercizio delle macchine stesse;
- Nuova rete di dispersione di terra;
- Nuove canalizzazioni, tubazioni e scatole di derivazione esterne saranno previste in materiale metallico.